

Analisis gugus fungsi pada polimer *polyethylene glycol* (PEG) coated-nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) dan biomolekul

Alfrie Musa Rampengan*

Ilmu Fisika FMIPA, Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 22 September 2017
Disetujui 27 Oktober 2017

Key word:
nanoparticles (Fe_3O_4)
FTIR Spectroscopy
vibration

Kata kunci:
nanopartikel Fe_3O_4
spektroskopi FTIR
getaran

ABSTRACT

A study has been conducted for functional group analysis of polyethylene Glycol (PEG) coated nanoparticles of iron oxide (Fe_3O_4) and biomolecules using FTIR-Spectroscopy. A sample functional group analysis was performed to determine the ability of modified iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4) with the addition of PEG polymers, potentially to bind biomolecules. The presence of water molecules absorption on the surface of black iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4) causing bonding with PEG polymer is indicated by the absorption peak at the vibration of the -OH (hydroxyl) group at the wave number $3441,01\text{ cm}^{-1}$. The result of modification of black iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4) with PEG, can bind biomolecules exhibited repetition of the absorption peak on the vibration of the -OH (hydroxyl) group at wave number $3433,29\text{ cm}^{-1}$ and even the appearance of a new absorption peak on vibration CO at wave number $1350,17\text{ cm}^{-1}$.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk analisis gugus fungsi pada sampel polimer *polyethylene Glicol* (PEG) coated- nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) dan biomolekul menggunakan FTIR-Spectroscopy. Analisis gugus fungsi sampel dilakukan untuk mengetahui kemampuan nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) yang dimodifikasi dengan penambahan polimer PEG, sangat berpotensi untuk mengikat senyawa biomolekul. Adanya serapan molekul air pada permukaan nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) yang menyebabkan terjadi ikatan dengan polimer PEG ditunjukkan dengan puncak serapan pada vibrasi gugus -OH (hidroksil) pada bilangan gelombang $3441,01\text{ cm}^{-1}$. Hasil modifikasi nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) dengan PEG, dapat mengikat biomolekul ditunjukkan pengulangan puncak serapan pada vibrasi gugus -OH (hidroksil) pada bilangan gelombang $3433,29\text{ cm}^{-1}$ bahkan munculnya puncak serapan yang baru pada vibrasi gugus C-O pada bilangan gelombang $1350,17\text{ cm}^{-1}$.

*email:

alfrierampengan@unima.ac.id

*Telp:

081392242929/08114382696

Pendahuluan

Ukuran partikel, sifat permukaan merupakan keunggulan dari nanopartikel oksida besi hitam sehingga sangat mudah termodifikasi dengan material lain. Salah satu sifat uniknya adalah keaktifan atom besi Fe pada permukaan nanopartikel oksida besi hitam Fe_3O_4 terhadap elemen material lain, dimana atom Fe pada permukaan nanopartikel magnetik dalam medium air berinteraksi dengan gugus hidroksil (-OH) yang akan membentuk ikatan Fe-OH. Sifat reaktif atom Fe

pada permukaan nanopartikel Fe_3O_4 membuka peluang untuk dilakukannya proses modifikasi oleh *polyethylen-glycole* (PEG) dan juga dapat dimanfaatkan untuk mengikat biomolekul [1]. PEG adalah salah satu jenis polimer yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran partikel. PEG dapat juga berfungsi sebagai *templete*, yang membungkus partikel sehingga tidak terbentuk agregat lebih lanjut, disebabkan PEG menempel pada permukaan partikel dan menutupi ion positif yang bersangkutan untuk bergantung dan membesar,

sehingga pada akhirnya akan diperoleh partikel dengan bentuk bulatan yang seragam. Pemoifkasi nanpartikel oksida besi hitam dengan penambahan PEG sangat berpotensi untuk mengikat senyawa biomolekul seperti biomolekul jenis .

Penelitian ini menunjukkan adanya ikatan atomik (gugus fungsi) pada nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4), PEG, nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) yang termodifikasi dengan PEG, dan juga nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) termodifikasi dengan PEG dan biomolekul, menggunakan *FTIR Spectroscopy*.

Bahan dan Metode

Proses sintesis nanpartikel oksida besi hitam Fe_3O_4 menggunakan bahan dasar senyawa hidrat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.005 mol, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.001 mol dan NH_4OH 10% dengan, kecepatan pengadukkan 450 rpm, konsentrasi suhu pengadukkan 60°C , dan lama pengadukkan 90 menit, dengan menggunakan metode kopresipitasi.

Pemoifkasi nanpartikel oksida besi hitam Fe_3O_4 menggunakan polimer *polyethylene glycole* (PEG), dan biomolekul jenis. Karakterisasi semua sampel digunakan Spektrofotometer Inframerah Transformasi Fourier (*FTIR spectroscopy*) untuk dianalisis ikatan atomiknya (gugus fungsi).

Alat-alat yang digunakan dalam sintesis nanpartikel Fe_3O_4 diantaranya yaitu gelas beker, gelas ukur, timbangan digital, spatula, labu ukur, *magnetic stirrer*, *furnace*, *hot plate*, *ultrasonic sound*, magnet permanen, pipet, dan pinset.

Hasil dan Pembahasan

Setiap gugus fungsional memiliki pita serapan inframerah yang karakteristik pada bilangan gelombang tertentu. Vibrasi setiap ikatan memberikan citra berupa puncak yang khas sehingga berguna untuk identifikasi gugus fungsi senyawa.

Melalui spektra inframerah, tabel 1 menunjukkan ikatan atomik (gugus fungsi) yang pada sampel nanpartikel oksida besi hitam Fe_3O_4 , polimer *polyethylene glycol* (PEG), sampel nanpartikel Fe_3O_4 yang termodifikasi dengan polimer PEG dan sampel nanpartikel

Fe_3O_4 yang termodifikasi dengan polimer PEG yang telah terikat dengan biomolekul.

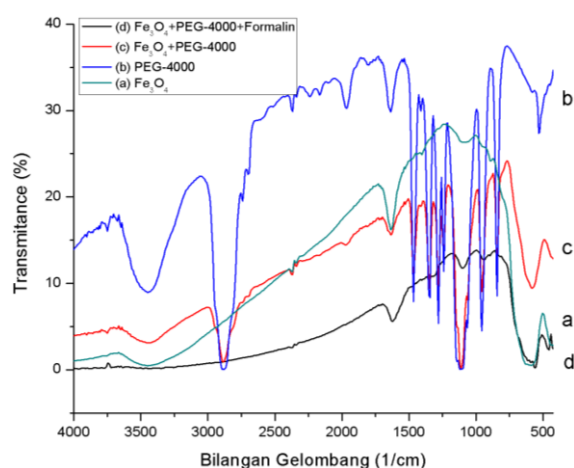
Tabel 1. Ikatan atomik (gugus fungsi) nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4), Polyethylene Glicol (PEG), nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) yang termodifikasi dengan PEG, dan juga nanpartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) termodifikasi dengan PEG dan biomolekul

Ikatan atomik (gugus fungsi)	Fe_3O_4	PEG	Fe_3O_4 + PEG	Fe_3O_4 + PEG+ Biomol ekul
-OH	3448,72	3448,72	3441,01	3433,29
C-H	-	2877,79	2885,51	2978,09
asimetris				
H-C-H	-	1635,64	1635,64	1620,21
H-C-H	-	1465,90	1465,90	1481,33
C-O	-	-	-	1350,17
C-O	-	1342,46	1342,46	1342,46
C-O	-	1280,73	1280,73	1280,73
C-O	-	1242,16	1242,16	1242,16
C-O-C	-	1103,28	1111,00	1111,00
C-C	-	1056,99	1056,99	1056,99
C-C	-	956,69	956,69	941,26
C-C	-	840,96	840,96	894,97
Fe-	586,36	-	578,64	563,21
O _{tetrahedral}				
Fe-	408,91	-	401,19	401,19
O _{oktahedral}				
Fe-	-	-	354,90	354,90
O _{oktahedral}				

Gambar 1 (a) merupakan hasil analisis serapan spektrum inframerah sampel nanpartikel Fe_3O_4 . Pada bilangan gelombang $586,36 \text{ cm}^{-1}$ dan $408,91 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan dua serapan yang dominan dalam spektrum sampel tersebut. Kedua puncak serapan tersebut berkaitan dengan vibrasi ikatan tetrahedral Fe-O dan oktahedral Fe-O [2, 3]. Puncak serapan lain yaitu pada bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ yang berkaitan dengan vibrasi gugus -OH (hidroksil). Munculnya puncak vibrasi ini menunjukkan adanya serapan molekul air pada permukaan nanpartikel Fe_3O_4 yang memungkinkan untuk dapat berikatan dengan polimer PEG.

Sifat polimer PEG yang mudah mengikat dan mudah larut dalam air terlihat dalam puncak serapan pada bilangan gelombang $3448,72 \text{ cm}^{-1}$

dalam gambar 1 (b), yang berkaitan dengan vibrasi gugus -OH juga. Hal ini sangat jelas bahwa nanopartikel Fe_3O_4 dapat dimodifikasi dengan menggunakan polimer PEG, dan hasil analisis serapannya ditunjukkan pada gambar 1 (c), dimana terdapat perulangan puncak-puncak serapan pada vibrasi gugus -OH, H-C-H, C-O, C-O-C, dan ikatan C-C, misalnya puncak serapan pada bilangan gelombang $3441,01 \text{ cm}^{-1}$ (vibrasi gugus -OH), $578,64 \text{ cm}^{-1}$ dan $401,19 \text{ cm}^{-1}$ (vibrasi gugus Fe-O).

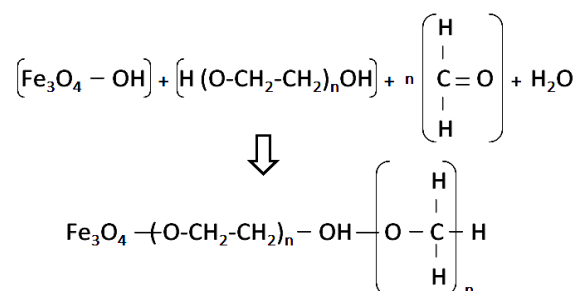


Gambar 1. Spektrum FTIR (a) sampel nanopartikel oksida besi (Fe_3O_4) fasa kering, (b) sampel polimer polyethylene glycol (PEG), (c) sampel nanopartikel oksida besi (Fe_3O_4) termodifikasi oleh polimer PEG, dan (d) sampel nanopartikel oksida besi (Fe_3O_4) termodifikasi oleh polimer PEG dan biomolekul

Pergeseran puncak vibrasi ini disebabkan oleh perubahan energi vibrasi Fe-O yang memungkinkan terjadi serapan PEG oleh atom Fe. Pada gambar 1 (d), merupakan hasil analisis serapan spektrum inframerah sampel nanopartikel Fe_3O_4 termodifikasi dengan polimer PEG yang telah terikat dengan biomolekul jenis formalin. Terdapat puncak serapan baru pada bilangan gelombang $1350,17 \text{ cm}^{-1}$ (vibrasi gugus C-O) yang menunjukkan terbentuknya ikatan baru antara polimer PEG dan biomolekul.

Gambar 2 menunjukkan mekanisme pengikatan yang terjadi antara nanopartikel yang telah termodifikasi dengan polimer PEG yang juga telah mengikat biomolekul, dimana nanopartikel oksida besi hitam Fe_3O_4 yang telah terhubung dengan PEG melalui ikatan kovalen

tunggal Fe-O, sedangkan PEG terhubung dengan biomolekul melalui ikatan kovalen tunggal O-C.



Gambar 2. Mekanisme fungsionalisasi nanopartikel Fe_3O_4 dengan PEG dan pengikatan biomolekul oleh PEG

Kesimpulan

1. Analisis gugus fungsi pada polimer PEG-coated nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) menunjukkan bahwa terdapat puncak serapan pada vibrasi gugus -OH (hidroksil), H-C-H, C-O, C-O-C, dan C-C.
2. Analisis gugus fungsi pada polimer PEG-coated nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) yang terikat dengan biomolekul menunjukkan terdapat gugus fungsi yang baru yaitu C-O pada bilangan gelombang $1350,17 \text{ cm}^{-1}$.

Daftar Pustaka

1. Loh, K.-S.; Lee, Y. H.; Musa, A.; Salmah, A. A.; Zamri, I., Use of Fe_3O_4 nanoparticles for enhancement of biosensor response to the herbicide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid. *Sensors* **2008**, 8, (9), 5775-5791.
2. Dung, T. T.; Danh, T. M.; Duc, N. H.; Chien, D. M. In *Preparation and characterization of magnetic nanoparticles coated with polyethylene glycol*, Journal of Physics: Conference Series, 2009; IOP Publishing: p 012048.
3. Zhang, F.; Su, Z.; Wen, F.; Li, F., Synthesis and characterization of polystyrene-grafted magnetite nanoparticles. *Colloid and Polymer Science* **2008**, 286, (6-7), 837-841.